

# Deteksi Kemiringan Citra Dokumen Berbasis *Transformasi Hough* untuk Deteksi Baris pada Citra Dokumen Aksara Bali

I Made Gede Sunarya  
Jurusan Pendidikan Teknik Informatika  
Universitas Pendidikan Ganesha  
Singaraja, Bali  
imagededesunarya@gmail.com

**Abstrak**—Aksara Bali merupakan sarana yang vital untuk dapat lebih mengenal budaya Bali secara mendalam, karena aksara Bali berfungsi sebagai sarana untuk menuliskan berbagai macam masalah keagamaan, adat-istiadat, sastra dan sebagainya. Pada proses pemindaian dokumen menggunakan *scanner*, seringkali terjadi kemiringan pada dokumen. Hal ini menyebabkan hasil yang tidak akurat dalam proses pengolahan citra dokumen selanjutnya, seperti *page layout analysis*, OCR (*Optical Character Recognition*), *document retrieval*, sehingga sudut miring citra dokumen harus dideteksi dan dikoreksi terlebih dahulu. Pendeteksian kemiringan pada citra dokumen hasil *scan*/pemindaian akan berpengaruh terhadap proses segmentasi untuk masing-masing baris serta karakter dari aksara penyusun citra dokumen aksara Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh deteksi kemiringan terhadap deteksi baris pada dokumen citra aksara Bali. Proses yang dilakukan adalah *Grayscale*, *Thresholding*, *Closing*, *Filling*, *Thinning*, Rotasi, Segmentasi baris. Penentuan besarnya sudut rotasi menggunakan Transformasi Hough. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah segmentasi baris pada citra yang telah dirotasi memiliki kesesuaian yang tepat dengan jumlah baris citra dokumen dan besarnya sudut rotasi berpengaruh terhadap ketepatan segmentasi baris pada citra dokumen aksara Bali.

**Kata Kunci**—Deteksi Kemiringan, Transformasi Hough, Aksara Bali

## I. PENDAHULUAN

Aksara Bali merupakan sarana yang vital untuk dapat lebih mengenal budaya Bali secara mendalam, karena aksara Bali berfungsi sebagai sarana untuk menuliskan berbagai macam masalah keagamaan, adat-istiadat, sastra dan sebagainya. Tanpa mengenal dan mampu membaca serta menulis aksara Bali, sulit diharapkan seseorang akan mampu memahami informasi yang tersimpan dalam naskah-naskah yang berhuruf Bali. Banyak terdapat dokumen sejarah, kesusastraan kuno dan dokumen lainnya yang ditulis dengan aksara Bali [1].

Pada proses pemindaian dokumen menggunakan *scanner*, seringkali terjadi kemiringan pada dokumen. Hal ini menyebabkan hasil yang tidak akurat dalam proses pengolahan citra dokumen selanjutnya, seperti *page layout analysis*, OCR (*Optical Character Recognition*), *document retrieval*, sehingga

sudut miring citra dokumen harus dideteksi dan dikoreksi terlebih dahulu. Pendeteksian kemiringan pada citra dokumen hasil *scan* akan berpengaruh terhadap proses segmentasi untuk masing-masing baris serta karakter dari aksara penyusun citra dokumen aksara Bali. Citra diartikan sebagai suatu fungsi intensitas cahaya dua dimensi yang dinyatakan oleh  $f(x,y)$ , di mana nilai atau amplitudo dari  $f$  pada koordinat spasial  $(x,y)$  menyatakan intensitas (*graylevel*) citra pada titik tersebut [2]. Sebelum melakukan deteksi kemiringan terhadap citra dokumen, terdapat beberapa proses (*preprocessing*) yang perlu dilakukan untuk membantu proses deteksi kemiringan.

Proses deteksi kemiringan terhadap citra telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Deteksi Kemiringan Citra Dokumen Hasil Pemindaian Menggunakan Metode *Enhanced-Piecewise Covering By Parallelograms* (E-Pcp) [3]. Penelitian tentang Deteksi kemiringan pada citra dokumen teks sastra Jawa menggunakan pendekatan titik pusat gravitasi [4].

Pada penelitian ini dilakukan pendeteksian kemiringan citra dokumen berbasis transformasi hough untuk deteksi baris pada citra dokumen aksara Bali.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengolahan Citra Digital

Minat terhadap bidang pengolahan citra secara digital dimulai pada awal tahun 1921, yaitu pertama kalinya sebuah foto berhasil ditransmisikan secara digital melalui kabel laut dari kota New York ke kota London. Sekitar tahun 1960, berbagai aplikasi mulai dikembangkan, yang secara umum dapat dikelompokkan ke dalam dua kegiatan, yaitu:

1. Memperbaiki kualitas suatu gambar (citra) sehingga dapat lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia.
2. Mengolah informasi yang terdapat pada gambar (citra) untuk keperluan pengenalan obyek secara otomatis oleh suatu mesin [5].

Pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar 2 dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan data 2 dimensi. Citra digital merupakan sebuah

larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu [6].

Citra digital merupakan suatu fungsi intensitas cahaya dua dimensi  $f(x,y)$ , dimana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial. Nilai  $f$  pada setiap titik  $(x,y)$  menunjukkan tingkat (nilai) warna dari citra pada titik tersebut [2]. Citra digital dapat dibayangkan sebagai suatu matriks dimana baris dan kolomnya merepresentasikan suatu titik di dalam citra, dan nilai elemen matriks tersebut menunjukkan nilai warna di titik tersebut. Sebagai contoh terdapat suatu citra berukuran 256x256 piksel dengan intensitas beragam pada tiap pikselnya, direpresentasikan secara numerik dengan matriks terdiri dari 256 baris dan 256 kolom. Nilai piksel tersebut berkisar antara 0 sampai 255, dimana 0 menunjukkan intensitas paling gelap sedangkan 255 paling terang.

### B. Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya, dengan kata lain nilai bagian Red = Green = Blue. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Tingkatan keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga putih. Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan citra *grayscale* menggunakan persamaan 1.

$$I(x,y) = (R+G+B)/3 \quad (1)$$

Nilai  $I(x,y)$  adalah level keabuan pada suatu koordinat yang diperoleh dengan membagi komponen warna R (merah), G (hijau), B (biru) [7].

### C. Binerisasi

Binerisasi adalah langkah awal dari kebanyakan proses dalam sistem analisis dokumen citra dan mengacu pada konversi dari gambar *grayscale* menjadi gambar biner. Dalam literatur, binerisasi biasanya dilaporkan dilakukan baik secara global maupun lokal. Metode global (*global thresholding*) menggunakan nilai ambang tunggal untuk mengklasifikasikan piksel gambar ke kelas objek atau latar belakang sedangkan skema lokal (*adaptif thresholding*) dapat menggunakan beberapa nilai yang dipilih sesuai dengan informasi daerah setempat. Sebagian besar algoritma yang diusulkan untuk binerisasi gambar yang optimal bergantung pada metode statistik, tanpa memperhitungkan sifat khusus dari dokumen gambar [8].

Citra biner adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan yaitu hitam (0) dan putih (1). Citra biner merupakan citra yang banyak dimanfaatkan untuk keperluan *pattern recognition* seperti pengenalan angka, huruf maupun tandatangan. Piksel-piksel objek bernilai 1 dan piksel-piksel latar belakang bernilai 0.

Pengkonversian citra *grayscale* menjadi citra biner dilakukan untuk alasan-alasan sebagai berikut.

1. Untuk mengidentifikasi keberadaan objek, yang direpresentasikan sebagai daerah (*region*) di dalam citra. Misalnya ingin memisahkan objek dengan latar

belakangnya. Piksel-piksel objek dinyatakan dengan nilai 1 sedangkan piksel lainnya dengan 0.

2. Untuk memfokuskan pada analisis bentuk morfologi, yang dalam hal ini piksel tidak terlalu penting dibandingkan bentuknya.
3. Untuk menampilkan citra pada piranti keluaran yang hanya mempunyai resolusi satu bit, yaitu piranti penampil biner seperti pencetak (*printer*).
4. Mengkonversi citra yang telah ditingkatkan kualitas tepinya ke penggambaran garis-garis tepi.

Metode Otsu adalah salah satu metode *thresholding*. Metode Otsu menghitung nilai ambang  $T$  secara otomatis berdasarkan ciri masukan. Pendekatan yang digunakan oleh metode Otsu adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan akan memaksimumkan variabel tersebut agar dapat memisahkan objek dengan latar belakang.

### D. Rotasi

Rotasi merupakan suatu transformasi geometri yang memindahkan nilai-nilai piksel dari posisi awal menuju ke posisi akhir yang ditentukan melalui nilai variabel rotasi sebesar  $\theta^\circ$  terhadap sudut  $0^\circ$  atau garis horisontal dari citra [6].

Proses rotasi dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$x_2 = \cos(\theta) \times (x_1 - x_0) - \sin(\theta) \times (y_1 - y_0) + x_0 \quad (2)$$

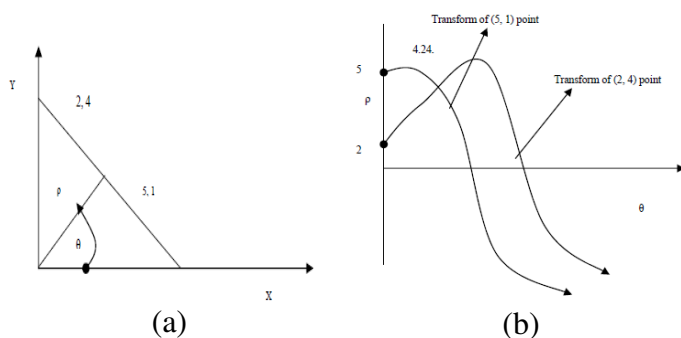
$$y_2 = \sin(\theta) \times (x_1 - x_0) + \cos(\theta) \times (y_1 - y_0) + y_0 \quad (3)$$

Dimana  $(x_0, y_0)$  adalah koordinat titik pusat dari citra input dan  $\theta$  adalah sumbu putar. Sumbu putar pada umumnya memiliki arah putar searah jarum jam dengan garis horisontal. Penentuan besarnya sudut rotasi ( $\theta$ ) menggunakan metode transformasi Hough. Transformasi Hough pertama kali diperkenalkan oleh Paul Hough pada tahun 1962 untuk mendeteksi garis lurus. Transformasi Hough adalah teknik transformasi citra yang dapat dipergunakan untuk mengisolasi suatu objek pada citra dengan menemukan batas-batasnya (*boundary detection*). Tujuan dari sebuah transformasi adalah mendapatkan suatu fitur yang lebih spesifik, transformasi Hough klasik merupakan teknik yang paling umum digunakan untuk mendeteksi objek yang berbentuk kurva seperti garis, lingkaran, elips, dan parabola. Keuntungan utama dari transformasi Hough adalah dapat mendeteksi sebuah tepian dengan celah pada batas fitur dan secara relatif tidak dipengaruhi oleh derau atau noise. Transformasi Hough memiliki beberapa perbedaan rumus yang diterapkan. Semuanya tergantung pada jenis objek yang dicari. Fungsi garis yang digunakan untuk mencari objek garis ditunjukkan pada persamaan 4 [9].

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho \quad (4)$$

Terdapat dua parameter garis yaitu jarak ( $\rho$ ) dan sudut ( $\theta$ ) yang mendefinisikan ruang transformasi (*transformation space*). Tiap-tiap koordinat  $(x,y)$  yang merupakan piksel objek

(ON *pixel*) pada citra dipetakan ke dalam lokasi di ruang transformasi untuk setiap kemungkinan garis lurus. Gambar 1 mengilustrasikan deteksi garis dengan transformasi Hough.



Gambar. 1. Ilustrasi Deteksi Garis (a) Ruang X,Y untuk Deteksi Garis (b) Kurva Sinusoidal dari Titik pada (a) [9]

#### E. Pengurangan Noise

Pengurangan *noise* merupakan suatu proses untuk mereduksi atau mengurangi *noise* pada sebuah citra digital. *Noise* atau dalam bahasa Indonesia sering disebut derau dalam dunia fotografi dan *image processing* merupakan gangguan yang disebabkan oleh menyimpangnya data digital yang diterima oleh alat penerima data gambar. Alat penerima gambar ini bisa berbentuk berbagai macam, mulai dari kamera, baik itu jenis kamera analog maupun jenis kamera digital dan juga *scanner*. Median filter dapat digunakan untuk mengurangi *noise*. Median filter menghitung nilai dari setiap piksel baru, yaitu nilai pada piksel pada pusat koordinat *sliding window*. Nilai tengah dari piksel di dalam *window* tergantung pada ukuran *sliding window*. Untuk ukuran *window* m baris dan n kolom maka banyaknya piksel dalam *window* adalah  $(m \times n)$ . Akan lebih baik ukuran *window* adalah bilangan ganjil karena piksel pada posisi tengahnya lebih pasti diperoleh, yaitu piksel pada posisi  $(m \times n + 1)/2$ . Semua piksel tetangga harus diurut sebelum menentukan piksel pada posisi tengah [6]. Median filter merupakan suatu metode yang menitik beratkan pada nilai median atau nilai tengah dari jumlah total nilai keseluruhan piksel yang ada di sekelilingnya. Dimisalkan terdapat data A=1, B=5, C=2, D=9, dan E=7, maka median filter akan mencari nilai tengah dari semua data yang telah diurutkan terlebih dahulu dari yang paling kecil hingga pada data yang paling besar dan kemudian diambil nilai tengahnya (1, 2, 5, 7, 9). Median dari deret tersebut adalah 5. Pemrosesan median filter ini dilakukan dengan cara mencari nilai tengah dari nilai piksel tetangga yang mempengaruhi piksel tengah [10].

#### F. Perangkaan/Thinning

*Thinning* merupakan suatu operasi *morphologi*. *Thinning* mengubah bentuk asli citra biner menjadi citra yang menampilkan batas-batas objek/*foreground* hanya setebal satu piksel. Sepintas, *thinning* mempunyai kemiripan dengan deteksi tepi dalam hal output dari citra yang dihasilkan. Deteksi tepi merubah *gray level* atau intensitas citra menjadi citra yang menampilkan batas-batas obyek berdasarkan kontras warna antar piksel sedangkan *thinning* mereduksi piksel pada

obyek biner menjadi piksel yang bernilai sama dengan nilai piksel pada *background*. Keluaran berupa citra biner dengan informasi berupa batas-batas obyek berdasarkan piksel dengan ketebalan satu piksel. Tujuan *thinning* adalah untuk menghilangkan piksel objek pada citra biner [6].

*Thinning* merupakan proses pengurangan komponen gambar dalam rangka untuk memperoleh informasi yang paling dasar tentang gambar-pembentukan atau untuk mendapatkan gambar tanpa merusak kerangka informasi dari bentuk aslinya. Hasil dari proses penipisan disebut kerangka. Beberapa manfaat yang akan diperoleh jika proses *thinning* dikelola dengan baik.

#### G. Aksara Bali

Sejarah aksara Bali, tidak bisa terlepas dari pengubahnya, yaitu aksara dari India. Asal Agama Hindu dan Buddha di negara Indonesia yang berasal dari India ikut membawa sastra dan aksaranya. Aksara Bali memiliki bentuk umum Anacaraka berjumlah 18 buah konsonan (aksara wianjana). Aksara Bali ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar. 2. Aksara Bali [11]

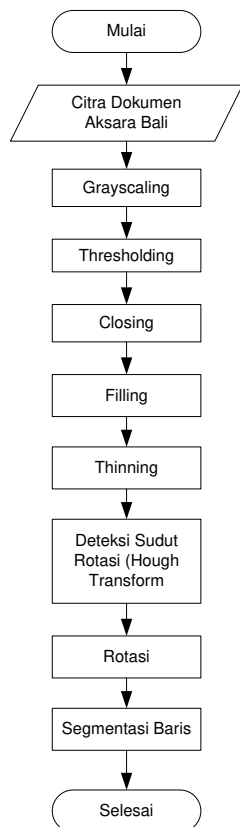
Aksara Bali berbeda bentuk sesuai dengan bunyinya dan posisinya. Aksara Bali yang diletakkan secara normal (sebagai *pengawak*) akan berbeda jika diletakkan di bawah (sebagai *gantungan*). Di samping itu perbedaan mendasar antara aksara Bali dengan aksara Latin adalah aksara Latin melambangkan satu *phonem* sedangkan aksara Bali melambangkan satu buah suku kata atau dikenal sebagai huruf *syllabis*. Pada penulisannya, satu kata atau kalimat yang menggunakan aksara Bali dapat menempati tiga baris [11].

### III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa proses untuk mendapatkan citra dokumen dengan kemiringan yang memungkinkan dilakukan proses segmentasi baris. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu: *Grayscale*, *Thresholding*, *Closing*, *Filling*, *Thinning*, Rotasi, Segmentasi baris.

Gambar 1 menunjukkan bagan alur dari penelitian ini. Alur penelitian diawali dengan input citra dokumen aksara Bali. Input citra dapat berupa citra berwarna sehingga perlu dilakukan proses *grayscale* dan diikuti dengan proses *thresholding*. Proses *closing* digunakan untuk menutup lubang-lubang yang terdapat pada bagian aksara Bali. Proses *filling* digunakan untuk mengurangi noda-noda berupa *salt and pepper* yang terdapat pada dokumen citra. Proses selanjutnya yaitu *thinning*, proses ini akan membuat kerangka dari aksara Bali. Untuk melakukan rotasi terhadap citra perlu diketahui

besarnya sudut untuk melakukan rotasi. Besarnya sudut rotasi ini menggunakan metode transformasi hough. Sudut yang diperoleh digunakan untuk melakukan rotasi. Hasil dari citra yang sudah terotasi kemudian dicari segmentasi barisnya menggunakan histogram vertikal. Jumlah baris yang diperoleh dan jumlah baris yang sebenarnya kemudian dihitung untuk menghitung besar akurasi.



Gambar. 3. Bagan alur penelitian

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Proses Akuisisi Data Masukkan

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan data citra dokumen tercetak aksara Bali yang berasal dari dokumen Satrugna [12] pada halaman 1,2,3 dan halaman 4 (paragraf 1, 2, 3).

Karakteristik dari data masukkan dapat dilihat pada Tabel 1. Karakteristik data masukkan

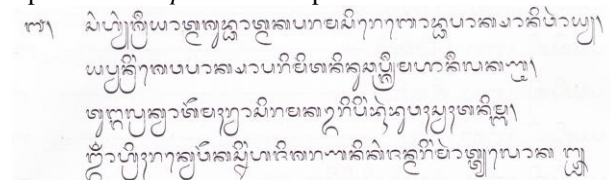
No	Nama File	Ukuran Citra (Piksel)	Ukuran File (MB)
1	H1P1.Bmp	3060x909	7.95
2	H1P2.Bmp	2933x1005	8.43
3	H1P3.Bmp	2968x975	8.27
4	H1P4.Bmp	3158x972	8.78
5	H2P1.Bmp	4029x1150	13.2
6	H2P2.Bmp	4155x1044	12.4
7	H2P3.Bmp	4131x1215	14.3
8	H2P4.Bmp	4089x1094	12.7
9	H3P1.Bmp	3223x995	9.17
10	H3P2.Bmp	3124x979	8.75
11	H3P3.Bmp	3040x1029	8.94

12	H3P4.Bmp	3099x1044	9.25
13	H3P5.Bmp	3129x974	8.71
14	H4P1.Bmp	4039x1174	13.5
15	H4P2.Bmp	3983x909	10.3
16	H4P3.Bmp	3972x900	10.2

Keterangan: H=Halaman; P=Paragraf

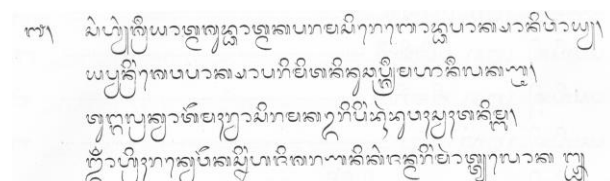
##### B. Hasil Eksekusi Proses

Eksekusi diawali dengan memasukkan data citra dokumen aksara Bali ke dalam sistem. Pada bagian ini akan dilakukan pemrosesan pada sebuah citra *input* (H1P1.bmp). Gambar 4 merupakan citra *input* H1P1.bmp.



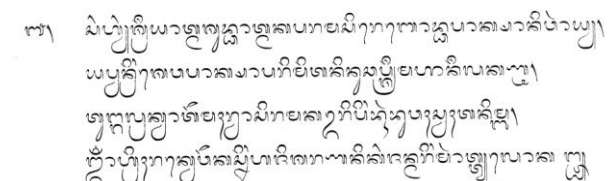
Gambar. 4. Citra *input* H1P1.bmp

Setelah citra dimasukkan ke dalam sistem, kemudian dilakukan proses *grayscale* terhadap citra. Gambar 5 menunjukkan gambar hasil eksekusi proses *grayscale*.



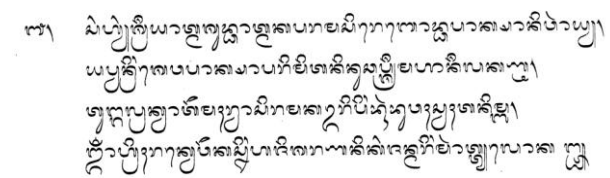
Gambar. 5. Hasil eksekusi proses *grayscale*

Hasil dari eksekusi proses *grayscale* adalah citra keabuan. Eksekusi proses selanjutnya adalah *thresholding*. Hasil nilai ambang pada citra *input* H1P1.bmp adalah sebesar 164. Gambar 6 menunjukkan hasil eksekusi proses *thresholding*.



Gambar. 6. Hasil eksekusi proses *thresholding*

Hasil dari proses *thresholding* adalah citra biner. Eksekusi proses *closing* digunakan untuk menutup lubang-lubang kecil pada bagian aksara dari citra hasil proses *thresholding*. Gambar 7 menunjukkan hasil eksekusi proses *closing*.

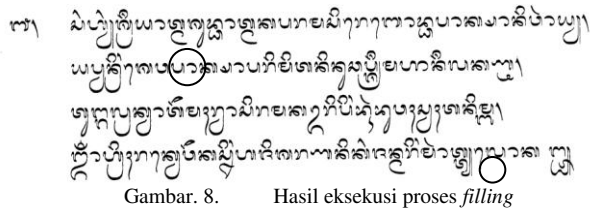


Gambar. 7. Hasil eksekusi proses *closing*

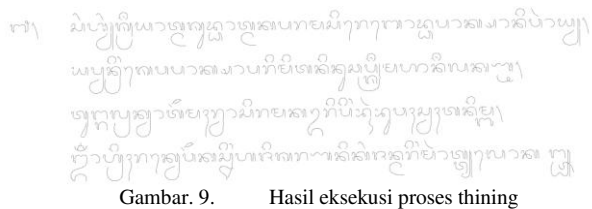
Hasil yang diharapkan pada proses *closing* adalah tertutupnya lubang-lubang kecil pada bagian aksara. Secara visual terlihat bahwa citra hasil *closing* pada bagian aksaranya



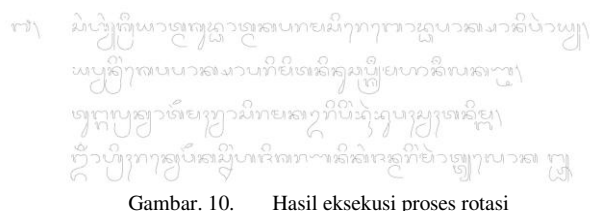
menjadi lebih tebal. Eksekusi proses *filling* dilakukan untuk menghilangkan *noise* yang berupa *salt and pepper* yang dapat mengganggu proses selanjutnya. Proses *filling* menggunakan filter median. Gambar 8 menunjukkan hasil eksekusi proses *filling*.



Gambar lingkaran pada Gambar 8 menunjukkan contoh diminimalisirnya *noise* berupa *salt and pepper* yang terdapat pada citra sebelumnya (Gambar 7). Eksekusi proses *thinning* digunakan untuk melakukan penipisan pada bagian aksara sehingga diperoleh kerangka dari aksara. Gambar 9 menunjukkan hasil eksekusi proses *thinning*.



Secara visual pada Gambar 9 aksara penyusun citra sudah diperoleh dalam bentuk kerangka aksara. Hasil eksekusi proses rotasi digunakan untuk melakukan orientasi kemiringan sehingga proses segmentasi dapat dilakukan. Dalam memperoleh besarnya sudut rotasi citra, metode yang digunakan adalah . Metode transformasi hough dengan presisi 1 angka dibelakang koma. Besarnya nilai sudut yang diperoleh pada citra *input* H1P1.bmp sebesar -0.6. Gambar 10 menunjukkan hasil eksekusi proses rotasi.



Gambar 11 menunjukkan hasil segmentasi baris yang ditandai dengan gambar persegi pada masing-masing baris.



Jumlah baris yang dideteksi adalah sesuai dengan jumlah baris sebenarnya, yaitu berjumlah 4 baris.

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan jumlah baris pada citra dokumen yang sudah dirotasi dan belum dirotasi terhadap jumlah baris sebenarnya yang terdapat pada citra dokumen aksara Bali. Tabel II menunjukkan hasil pengujian untuk keseluruhan citra dokumen aksara Bali.

TABEL I. HASIL PENGUJIAN

Kode Citra	Jumlah Baris Pada Ctra	Sudut Rotasi	Jumlah Baris Hasil Segmentasi			
			Setelah Rotasi		Sebelum Rotasi	
H1P1	4	-0.6	4	√	1	X
H1P2	4	-0.5	4	√	3	X
H1P3	4	-0.5	4	√	3	X
H1P4	4	-0.4	4	√	4	√
H2P1	5	0.8	5	√	1	X
H2P2	4	0.8	4	√	2	X
H2P3	5	0.8	5	√	1	X
H2P4	4	0.9	4	√	2	X
H3P1	4	-0.4	4	√	4	√
H3P2	4	-0.4	4	√	2	X
H3P3	4	-0.5	4	√	3	X
H3P4	4	-0.6	4	√	3	X
H3P5	4	-0.5	4	√	2	X
H4P1	5	0	5	√	5	√
H4P2	4	0	4	√	4	√
H4P3	4	0	4	√	4	√

Keterangan : √ (Sesuai) ; x (Tidak sesuai)

Kode citra merupakan kode dari citra uji. Jumlah Baris pada citra merupakan jumlah baris sebenarnya yang ada pada masing-masing citra uji. Jumlah baris hasil segmentasi merupakan jumlah baris yang dihasilkan oleh proses segmentasi pada citra uji yang belum dan telah dirotasi. Berdasarkan Tabel II, hasil segmentasi baris pada citra dokumen yang telah terotasi memiliki kesesuaian jumlah baris pada citra dokumen aksara Bali sebenarnya sedangkan pada citra yang belum terotasi terdapat 11 dari 16 citra uji yang tidak memiliki kesesuaian jumlah baris. Terdapat 68.75% citra dokumen yang belum dirotasi tidak berhasil disegmentasi baris.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bagian sebelumnya dapat disimpulkan yaitu pertama, proses preprocessing yang dilakukan sebelum dilakukan proses rotasi adalah *Grayscaleing*, *Thresholding*, *Closing*, *Filling*, *Thinning*. Kedua, hasil segmentasi baris pada citra yang telah dirotasi memiliki kesesuaian yang tepat pada jumlah baris citra dokumen. Ketiga, besarnya sudut rotasi berpengaruh terhadap ketepatan segmentasi baris pada citra dokumen aksara Bali.

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan variasi proses *preprocessing* yang digunakan kemudian dilihat pengaruhnya terhadap lama waktu prosesnya. Uji coba metode penentuan sudut rotasi yang lain seperti penggunaan moment dan titik pusat gravitasi dalam melakukan proses rotasi citra dokumen aksara Bali.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wendra, I.W., 2007, Strategi Guru Dalam Pembelajaran Membaca Teks Bahasa Bali Berhuruf Bali Di Sekolah Dasar Laboratorium Ikip Negeri Singaraja, *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSHA*, No. 4 TH. XXXX Oktober 2007, ISSN 0215 – 8250
- [2] Gonzalez, R.C., dan Woods, R.E., 2008, *Digital Image Processing*, Pearson Prentice Hall
- [3] Arifin, A.Z., Wulandari, W.M., Khotimah, W.N., 2012, Deteksi Kemiringan Citra Dokumen Hasil Pemindaian Menggunakan Metode Enhanced-Piecewise Covering By Parallelograms (e-PCP), Jurusan Teknik Informatika-ITS, Surabaya
- [4] Niko, K., 2011, Deteksi kemiringan pada citra dokumen teks sastra Jawa menggunakan pendekatan titik pusat gravitasi, Skripsi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
- [5] Putra, D., 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- [6] Putra, D.I.K.G. dan Suarjana, I.G., 2010, Segmentasi Citra Retina Digital Retinopati Diabetes Untuk Membantu Pendeteksian Mikroaneurisma, *Teknologi Elektro* Vol. 40 9 No.1 Januari – Juni 2010
- [7] Perantonis, S., Gatos, B., Ntzios, K., Pratikakis, L., Vrettaros, L., Drigas, A., Emmanouilidis, C., Kesidis, A., Kalomirakis, D., tt, Digitisation Processing And Recognition Of Old Greek Manuscripts (The D-Scribe Project), *International Journal "Information Theories & Applications"* Vol.11, 232-240
- [8] Aradhya, M.V.N., Kumar, H.G., Shivakumara P., 2007, Skew Detection Technique for Binary Document Images based on Hough Transform, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 32 2007
- [9] Sulisty, W., Bech, Y.R., Frans, F.Y., 2009, Analisis Penerapan Metode Median Filter Untuk Mengurangi Noise Pada Citra Digital, *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2009*, Bali
- [10] Sawabi, IGN, 2009, *Pengembangan Aksara Bali Kebutuhan Mendesak*, <http://edukasi.kompas.com/read/2009/11/15/09153783/Pengembangan.Aksara.Bali.Kebutuhan.Mendesak>, diakses tanggal 20 Juni 2011
- [11] Widiartha, I.B.K., 2001, Pembuatan Perangkat Lunak Transliterasi Aksara Latin Ke Aksara Bali Dan Aksara Bali Ke Aksara Latin, *Tesis*, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [12] Tim Penyusun, 2001, *Satrugna*, PT. Percetakan Bali, Bali